Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen über die Versiegelung der Grübchen und Fissuren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Ulrich Fellner
aus Stuttgart

1981

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen über die Versiegelung der Grübchen und Fissuren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Ulrich Fellner
aus Stuttgart

1981

Dekan: Professor Dr. G. Rassner
Berichterstatter: Professor Dr. Dr. P. Riethe

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	MORPHOLOGISCHE VORBEMERKUNGEN	3
3.	PROBLEMSTELLUNG	8
4.	MATERIAL UND METHODE	9
	4.1. Das Rasterelektronenmikroskop	9
	4.2. Die Adhäsiv-Versiegelung	9
	4.2.1. Prinzip	9
	4.2.2. Die Versiegelung initialer kariöser Läsionen	11
	4.3. Präparate	14
	4.3.1. Material und Vorbereitung	14
	4.3.2. Präparate zur Darstellung des Fissurensystems	14
	4.3.3. Vorversuche	15
	4.3.3.1. Präparate	15
	4.3.3.2. Ergebnisse der Vorversuche	16
	4.3.3.3. Diskussion der Vorversuche	23
	4.3.4. Präparate für die präventiven Versiegelungen	23
	4.3.5. Präparate für die erweiterten Fissurenversiegelungen	24
5.	ERGEBNISSE	26
	5.1. Concise White Sealant	26
	5.2. Estic bond	28
	5.3. Estiglaze microfil	30
	5.4. Durafill bond	32
	5.5. Durafill + Durafill bond	35
	5.6. Contact-Resin	36
6.	DISKUSSION	37
7.	ZUSAMMENFASSUNG	40
8.	LITERATURVERZEICHNIS	41

1. EINLEITUNG

Der Umfang der reparativ-therapeutischen Maßnahmen zur Beseitigung der Karies und ihrer Folgeschäden macht deutlich, daß die Mittel der klassischen konservierenden und prothetischen Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde nicht überzeugen können. Deshalb müssen Wege der Vorbeugung beschritten werden, um einen weiteren Kariesanstieg einzuschränken.

KÖNIG (1968) stellte fest: "Im Hinblick auf das Allgemeinwohl ist die Kariesprophylaxe ... die vornehmste Aufgabe des Zahnarztes." Und an anderer Stelle: "Das unmittelbare Ziel der Kariesprophylaxe ist die möglichst weitgehende Bewahrung des Gebisses vor kariösem Angriff und kariöser Zerstörung von frühester Jugend an..."

Dies kann geschehen

1. durch Änderung der Ernährungsgewohnheiten, Bevorzugung zuckerfreier, frischer und harter Nahrung
2. durch die regelmäßige Beseitigung der für die Karies ursächlich verantwortlichen Plaque
3. durch Fluorid-Applikation möglichst schon während der Entwicklung der Zähne.

Neben diesen rein präventiven Maßnahmen wurden im Laufe der Zeit verschiedene Methoden entwickelt, die hohe Kariesanfälligkeit der Grübchen und Fissuren zu verringern. So führte BLACK (1914) das Konzept der "Extension for Prevention" ein, HYATT (1923) empfahl die "prophylaktische Odontomie", d.h. das vorbeugende Aufziehen und Füllen der Fissuren und Grübchen. Demgegenüber befürwortete BODECKER (1929) mit der "Fissure Eradication" das Ausschleifen der Fissuren bis auf den Grund. Modifizierte Verfahren zur Resistenzerhöhung des okklusalen Reliefs durch Beschleifen wurden von TOVERUD (1931), LUNDESGAARD (1956/57), ROSS (1963) und KÖNIG (1968/1971) vorgeschlagen. Diese mechanischen Verfahren konnten sich jedoch nicht durchsetzen oder wurden in ihrer präventiven Wirksamkeit nicht bestätigt (ROTGANS 1977).

In der Darstellung von NEWBRUN (1978) konnte die Wirksamkeit verschiedener Imprägnierungsmittel, wie ammoniakalischer Silbernitrat-Lösung nach HOWE (1917) oder solche mit gesättigter Calciumchlorid-Lösung gefällter Silbernitrat-Lösung nach YOUNGER (1949), nicht bestätigt werden.

Auch dem Bestreichen der mit Chloroform gereinigten Zähne mit einer Nitrozellulose-Lösung, wie es GORE (1939) versuchte, war wegen der zu geringen Haftung kein Erfolg beschieden. Eine Kombination verschiedener Maßnahmen wurde von DRUM (1954) als "Schliff-Punkt-Füllung" vorgeschlagen.

Das Interesse an nonoperativen Verfahren zur Resistenzerhöhung der Fissuren und Grübchen führte schließlich zur Entwicklung der sogenannten "Fissurenversiegler". Dieses Verfahren wurde von TAKEUCHI u. KIZU (1966) mit Zyanoacrylaten durchgeführt. CUETO u. BUONOCORE (1967) wiesen mit einem anderen Material, einem Versiegler vom Bis-GMA-Typ, klinische Erfolge nach, die seitdem in einer Vielzahl von Veröffentlichungen bestätigt wurden (vgl. die zusammenfassende Darstellung bei LUTZ u. SCHNEIDER 1978, zuletzt BAGRAMIAN et al. 1979, BROOKS 1979, CHARBENEAU 1979, DIETZ u. GEROLD 1980).

Eine Möglichkeit, initiale kariöse Läsionen prophylaktisch-präparativ und trotzdem substanzschonend zu versorgen, ist die sog. "erweiterte Fissurenversiegelung" (IBSEN u. NEVILLE 1974, LUTZ et al. 1976, LUTZ u. SCHNEIDER 1978, SIMONSON 1978).

2. MORPHOLOGISCHE VORBEMERKUNGEN

Fissuren sind phylogenetische Einkerbungen des Schmelzes, die in ihren Merkmalen extrem differieren können und die NAGANO (1960) wie folgt klassifiziert (KÖNIG 1971): V-Typ (34 %), IK-Typ (26 %), I-Typ (19 %), U-Typ (14 %) und andere. Dabei sind fließende Übergänge möglich. GALIL und GWINNETT (1975, zit. n. RIETHE 1980) bestätigten diese Klassifikation durch rasterelektronenmikroskopische Darstellungen.

"Die engen, komplex geformten Fissurensysteme werden unmittelbar nach dem Zahndurchbruch von Mikroorganismen kolonisiert, vergärbares Substrat wird eingepreßt und mechanisch retiniert. ... Wegen der Enge der Fissuren bleibt der Fissurengrund für die Borsten einer Zahnbürste unerreichbar; bei perfekter Mundhygiene werden die Kauflächen bestenfalls bis in den Bereich der Fissureneingänge plaquefrei. In der Tiefe der Fissur kann daher schon frühzeitig eine Karies-läsion entstehen. Die Progression der Initialkaries ist praktisch unvermeidlich..., da sich am Fissurengrund meist nur eine dünne und unvollständige Schmelzschicht befindet." (LUTZ u. SCHNEIDER 1978)

Durch regelmäßige Fluoridgaben wird die Kariesanfälligkeit entscheidend gesenkt, jedoch profitieren Glatt- und Approximalflächen mehr davon als die Okklusalflächen mit den engen, für die Fluoridapplikation schwer zugänglichen Fissuren. "Infolge des selektiven Schutzes der Glatt- und Approximalflächen wird der relative Anteil der Okklusalkaries größer" (LUTZ u. SCHNEIDER 1978). Als Ergänzung der allgemeinen Kariesprävention bietet sich somit als non-operatives Verfahren die Versiegelung des okklusalen Reliefs an.

Abb. 1: Übersicht.
Darstellung des komplexen Fissurensystems in der Aufsicht von okklusal
Neg. 77427, 35:1
(alle Abb. (1-40) auf 2/3 verkleinert)

Abb. 2: Übersicht.
Darstellung des Fissurensystems im Bruch
Neg. 75391, 25:1

Abb. 3: Übersicht.
Y-Fissur im Bruch
Neg. 75392, 80:1

Abb. 4: Übersicht.
V-Fissur im Bruch
Neg. 76989, 100:1

Abb. 5: Übersicht.
I-Fissur im Bruch
Neg. 75223, 58:1

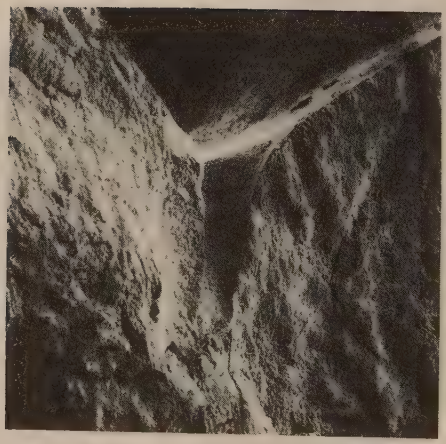

Abb. 6: Übersicht.
U-Fissur im Bruch
Neg. 76981, 100:1

Abb. 7: Übersicht.
IK-Fissur (Sanduhrform)
mit kariösen Läsionen
am Fissureneingang
Neg. 75394, 100:1

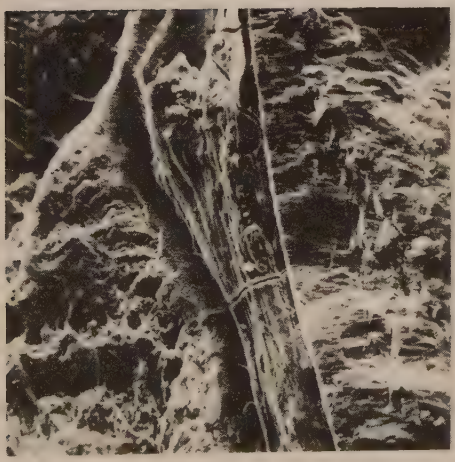

Abb. 8: Inhalt einer
Fissur.
Neg. 76986, 1000:1

3. PROBLEMSTELLUNG

Die kariesprotektive Wirkung der Versiegler beruht nicht auf einer Resistenzerhöhung des Schmelzes, wie dies beim Fluorid der Fall ist, sondern auf dem hermetisch dichten Verschluß des Fissureneingangstrichters bzw. der Fissuren (RIETHE 1980). Daß die Fissuren gar nicht vollständig vom Versiegler ausgefüllt werden, zeigten GWINNETT u. BUONOCORE (1972), GWINNETT (1973), GWINNETT u. RIPA (1973), POWELL u. CRAIG (1978) u.a. Umso wichtiger ist der absolut dichte Randschluß am Fissureneingangstrichter, der das Eindringen von Mikroorganismen und die Substratzufuhr aus dem oralen Milieu unterbinden soll. Ob ein Versieglersystem die gewünschte kariesprotektive Wirkung zeigt, kann selbstverständlich nur der klinische Langzeitversuch erweisen. Um aber eine Voraussage über das mögliche klinische Verhalten zu treffen, ist die Untersuchung im Rasterelektronenmikroskop dank der ausgezeichneten räumlichen Darstellung gut geeignet.

4. MATERIAL UND METHODE

4.1. Das Rasterelektronenmikroskop

Das Rasterelektronenmikroskop (REM) wurde 1938 von Manfred v. Ardenne entwickelt. Seit 1965 wird es kommerziell hergestellt.

Gegenüber dem Lichtmikroskop zeigt es eine ca. 300 mal größere Schärfentiefe und ein mindestens 10 mal größeres Auflösungsvermögen (OHNSORGE u. HOLM 1973). Dadurch wird die ausgezeichnete räumliche Darstellung der untersuchten Gegenstände möglich.

Das REM arbeitet im Hochvakuum bei 10^{-5} Torr. Dadurch kann ein Elektronenstrahl nach Fokussierung durch elektromagnetische Linsen auf das Objekt auftreffen, das vorher im Vakuum mit einer 150 Å dicken Gold-Palladium-Schicht bedampft wurde. Der Elektronenstrahl tastet mit Hilfe einer Ablenkvorrichtung das Objekt Zeile für Zeile ab und setzt dabei aus dem Goldüberzug Sekundärelektronen frei, die vom Kollektor gesammelt werden. Die einzelnen Impulse werden über einen Signalverstärker auf dem Leuchtschirm sichtbar.

Das in der vorliegenden Untersuchung verwendete Gerät ist das Stereoscan Mark II a der Firma Cambridge Instr. Comp.

4.2. Die Adhäsiv-Versiegelung

4.2.1. Prinzip

Versiegler sind Materialien, die an der Schmelzoberfläche "kleben" und das darunterliegende Areal vom Mundhöhlenmilieu isolieren.

In der zusammenfassenden Darstellung von LUTZ et al. (1976) ergibt sich diese klebende Verbindung durch mechanische

Haftung und/oder Adhäsion.

Die mechanische Verankerung beruht auf dem
- geometrischen Effekt, das ist die mechanische Verzahnung oder das Eindringen von Versiegler in unter sich gehende Stellen im Schmelz, und dem
- rheologischen Effekt, der durch die Polymerisationsschrumpfung des Versieglers bewirkt wird.

Die Adhäsion bedeutet das Haften verschiedener Körper aneinander durch die Anziehung von Molekülen an der Grenzfläche zwischen diesen Körpern. Dies beruht auf chemischen Bindungen, und zwar:

1. der ionischen Bindung, bei der sich unterschiedlich geladene Ionen elektrostatisch gegenseitig anziehen.
2. der kovalenten Bindung oder Elektronenpaar-Bindung.
3. der Wasserstoffbrücken-Bildung, das ist die Wirkung eines stark polarisierten H-Atoms auf andere, negativ polarisierte Atome.
4. van der Waals-Kräften; darunter versteht man schwache Anziehungskräfte zwischen den Molekülen einer kovalenten Verbindung. (CHRISTEN 1969)

Diese intermolekularen Anziehungskräfte sind nur in einem Abstand von höchstens 2 Å von Bedeutung. Damit überhaupt Adhäsion auftreten kann, muß also zwischen den Körpern ein enger Kontakt bestehen.

1955 entdeckte BUONOCORE, daß eine Vorbehandlung mit Säure die Haftung von Kunststoff am Schmelz entscheidend verbessert. Diese "Konditionierung" des Schmelzes mit 37 % bis 50 %iger ungepufferter Phosphorsäure vergrößert und aktiviert seine Oberfläche enorm (LUTZ et al. 1978). Der Säureangriff erfolgt dabei vor allem auf die Prismenzentren (zuletzt VAHL u. WOSIEWITZ 1976), was große Ähnlichkeit hat mit dem Entmineralisierungsvorgang bei Karies, wie es ERMIN (1975) beschrieben hat.

Das Versiegelungsmaterial fließt wahrscheinlich durch Ka-

pillarwirkung in die entstandenen Ätzstrukturen und kann dort polymerisieren. Die dabei entstehenden Kunststoff-Zotten ("tags") sind 5 bis 50 µm lang (CASTAGNOLA et al. 1975, GWINNETT 1973, JØRGENSEN u. SHIMOKOBE 1975, SHARP u. GRENOBLE 1971, SILVERSTONE 1975, VAHL u. WOSIEWITZ 1976). REINHARDT u. VAHL (1979) fanden sogar durch Anwendung der Gefriertrocknung bis zu 200 µm lange Zotten.

Ob die jetzt wesentlich erhöhte Haftfestigkeit auf echte Adhäsion oder auf mechanische Verzapfung zurückzuführen ist, ist von eher untergeordneter Bedeutung. Wichtig ist lediglich, daß der "Sealer" dicht am Schmelz anliegt und somit das Einwandern von Bakterien und die Substratzufuhr aus der Mundhöhle effektiv unterbindet (SVEEN u. HINDING 1971).

4.2.2. Die Versiegelung initialer kariöser Läsionen

Wie LUTZ u. SCHNEIDER (1978) ausführen, lassen sich initiale kariöse Läsionen nach entsprechender Vorbehandlung mit Phosphorsäure qualitativ gleich gut wie gesunder Schmelz versiegeln. Von besonderem Interesse ist dann das weitere Schicksal von Bakterien oder nicht entfernter Karies unter Versiegelungen. MICIK (1972) berichtete, daß ein Versiegler vom Bis-GMA-Typ die weitere Progression von künstlich erzeugter Schmelzkaries an Walzähnen zu verhindern vermochte (MEDNICK et al. 1974). Seither wurde in einer großen Anzahl von Veröffentlichungen die drastische Abnahme der Bakterienzahl in kariösem Dentin unter Versiegelungen nachgewiesen, und zwar in vivo und im Vergleich zu unversiegelten Kontrollzähnen (HANDELMAN et al. 1972, 1973 u. 1976, JERONIMUS et al. 1975, KOPEL u. GRENOBLE 1973, MEDNICK et al. 1974). GOING et al. (1978) berichteten von einem 89 %igem Erfolg bei der Versiegelung von kariösen Läsionen nach 5 Jahren. 16 von 18 Zähnen mit aktiver Karies hatten nach dem Beobachtungszeitraum keine Aktivität mehr. MERTZ-FAIRHURST et al. (1979) versiegelten kariöse Läsionen mit einer Öffnung

der Läsion zwischen 1 und 3 mm. Nach 1 Jahr zeigten die versiegelten Zähne eine wesentlich geringere oder gar keine Änderung der Kariestiefe. Das Fortschreiten der Karies in den versiegelten Kavitäten war wesentlich langsamer im Vergleich zu offenen Läsionen. Das kariöse Dentin unter dem Versiegler war trocken, was vergleichbar ist dem Ergebnis, das man durch die Applikation von Zinkoxid-Eugenol erhält (KOPEL u. GRENOBLE 1973). Allerdings fanden THEILADE et al. (1977) in allen Kavitäten nach der Versiegelung noch lebende Bakterien, wenngleich sich die Bakterienpopulationen in ihrer Zusammensetzung und Anzahl geändert hatten (siehe die vergleichende Zusammenfassung von NETUSCHIL 1981, i. Druck).

Aufgrund der Tatsache, daß sich die Versiegelung von kariösen Läsionen, obgleich vielversprechend, noch im Versuchsstadium befindet, wurde in der vorliegenden Untersuchung eine exakte Kariesdiagnostik der Okklusalflächen unternommen. Beim "Kleben" der Sonde in den Fissuren (RIETHE 1980) wurde nach dem Prinzip der erweiterten Fissurenversiegelung vorgegangen (vgl. 4.3.5.).

4.2.3. Versiegelungsmaterialien

Nach LUTZ u. SCHNEIDER (1978) gehören die heute auf dem Markt vorhandenen und klinisch geprüften Versiegelungsmaterialien folgenden Stoffgruppen an:

1. Polymethacrylate (z.B. Estic bond, Durafill und Durafill bond, Estiglaze microfil)
2. Polymere vom Bis-GMA-Typ (z.B. Concise White Sealant)
3. Polyurethane und deren Derivate (z.B. Contact-Resin)
4. Cyanoacrylate (z.Zt. nicht auf dem Markt)
5. Zemente (werden hier nicht weiter behandelt).

Um die Polymerisation der ersten drei Gruppen in Gang zu setzen, müssen die Substanzen entweder mit einem Katalysator

angemischt werden (Zweikomponenten-System), oder sie enthalten schon einen UV- oder lichtempfindlichen Katalysator (Einkomponenten-System).

Die von uns untersuchten Polymethacrylate sind Autopolymerisate (Estic bond) und UV-härtende Systeme (Estiglaze microfil und Durafill). Contact-Resin als Polyurethanderivat und Concise White Sealant als Vertreter der Bis-GMA-Harze sind selbsthärtend.

Zur Aktivierung der UV-härtenden Kunststoffe wurde das Duralux UV-20 der Firma Kulzer Co. verwendet.

Tab. 1: Materialliste

1. Estic bond	(Kulzer Co., Bad Homburg, BRD) 40 Gew % pyrogenes Silicium dioxid 57,5 Gew % mehrfunktioneller Methacrylsäure-ester
2. Durafill bond	(Kulzer Co., Bad Homburg, BRD) 40 Gew % pyrogenes SiO_2 59 Gew % mehrfunktioneller Methacrylsäure-ester Härtet unter UV bei 400-500 nm in 20 sec aus
3. Estiglaze microfil	(Kulzer Co., Bad Homburg, BRD) - Dimethacrylat auf Bowen Basis - pyrogene Kieselsäure als Mikrofüller Härtet unter UV in 20 sec aus
4. Contact-Resin	(Vivadent, Schaan, Liechtenstein) 65 % Urethan-Dimethacrylat 35 % aliphat. Dimethacrylat
5. Concise White Sealant	(3M Company, St. Paul, Minnesota, USA) Bis-GMA-Typ, enthält Titanoxid als weißen Farbstoff

4.3. Präparate

4.3.1. Material und Vorbereitung

Zur Untersuchung kamen sowohl frisch operativ entfernte verlagerte Weisheitszähne als auch schon in die Mundhöhle durchgebrochene bleibende menschliche Molaren. Diese waren entweder absolut kariesfrei und wurden präventiv versiegelt (34 Zähne), oder sie wiesen initiale kariöse Läsionen auf (10 Zähne) und wurden nach den Prinzipien der erweiterten Fissurenversiegelung versorgt (s. 4.3.5.). Zur Darstellung des ungefüllten Fissurensystems wurde zusätzlich eine nicht näher bestimmte Anzahl von Zähnen untersucht.

In der Zeit zwischen Entfernung der Zähne und der Versiegelung wurden sie in 70 % Alkohol aufbewahrt. Wir trennten die Krone vom Wurzelstock mit einer Trennscheibe unter Wasserkühlung ab und säuberten sie gründlich mit einem rotierenden Nylonbürstchen und Bimsmehl. Die Fissureneingangstrichter wurden mit einer zahnärztlichen Sonde abgetastet und von eventuell anhaftenden Verunreinigungen befreit. Dieses Vorgehen ist identisch mit dem klinischen Procedere bei einer Versiegelung am Patienten (vgl. RIETHE 1980).

4.3.2. Präparate zur Darstellung des Fissurensystems

Nach den vorbereitenden Maßnahmen wurden einige der Zähne mit einer Zange quer zum Fissurensystem gespalten, 1 Stunde mit 25 % Na-hypochlorid-Lösung gesäubert, mit destilliertem Wasser 10 min im Ultraschallbad gereinigt, getrocknet und direkt zur Untersuchung verwendet.

Ein Zahn wurde in toto in dieser Art vorbehandelt.

Die so gewonnenen Stücke wurden mit Sekundenkleber auf speziellen Aluminiumträgern befestigt, am Rand mit Leitsilber versehen und nach dem Trocknen im Vakuum mit einer 150 Å

starken Gold-Palladiumschicht im Kathodenzerstäuber bedampft. Anschließend wurden alle Präparate, auch die später erst beschriebenen, im Stereoscan Mark II a (Fa. Cambridge Instr. Comp.) untersucht und photographiert.

4.3.3. Vorversuche

4.3.3.1. Präparate

Durch verschiedenartiges Vorgehen bei einem einzigen Versiegler (Concise White Sealant) sollte eine Methode der Präparateherstellung gefunden werden, die sowohl eine Darstellung des Randspaltes ermöglicht, als auch möglichst einfach zu bewerkstelligen war.

9 kariesfreie, gesäuberte und getrocknete menschliche Molaren wurden 60 sec lang mit Etching Liquid (3M Comp.) an der Okklusalfläche geätzt, mit Wasser gründlich abgesprüht und mit dem Luftbläser getrocknet. Concise White Sealant wurde angemischt und in das Fissurenrelief vom Rand her eingebracht.

Ein Zahn wurde so als Ganzes im REM untersucht.

4 Zähne wurden dann mit einer sauberen Zange in bucco-lingualer Richtung gespalten. Die Fragmente von zwei Zähnen wurden ohne weitere Behandlung untersucht, die Fragmente der anderen beiden Zähne wurden eine Stunde mit 25 % Na-hypochlorid-Lösung behandelt, mit Aqua dest. gespült und im Ultraschallbad ebenfalls in destilliertem Wasser gereinigt.

Die 4 restlichen Zähne wurden mit einer rotierenden Diamantscheibe unter Wasserkühlung in bucco-lingualer Richtung zertrennt, davon zwei mit Na-hypochlorid-Lösung während einer Stunde behandelt, mit Aqua dest. und im Ultraschallbad gereinigt. Die letzten beiden Molaren wurden nach dem Zer-

trennen nur mit destilliertem Wasser gespült, getrocknet und untersucht.

Tab. 2:

Mit Concise White Sealant versiegelte Zähne			
Bruch mit Zange		Zertrennung mit rot. Diamantscheibe	
Untersuchung im REM	25 % NaOCl Aqua dest. Ultraschall Untersuchung im REM	Aqua dest. Untersuchung im REM	25 % NaOCl Aqua dest. Ultraschall Untersuchung im REM

Die erhaltenen Präparate wurden auf Aluminiumteller geklebt, mit Leitsilber am Rand bestrichen und wie oben beschrieben mit Gold-Palladium bedampft.

4.3.3.2. Ergebnisse der Vorversuche

Die Betrachtung im REM ergab, daß die versiegelten und gebrochenen Zähne mit oder ohne weitere Bearbeitung genausowenig einen Randspalt aufwiesen wie die geschliffenen Präparate. Es konnte kein Unterschied zwischen einer Behandlung mit NaOCl und Ultraschall und einer Spülung nur mit Aqua dest. festgestellt werden.

Bei den Brüchen war die Bruchrichtung jedoch nicht genau festzulegen und dementsprechend die Verlustquote wegen einer ungünstigen Spaltlage relativ hoch.

Bei allen Verfahren konnte jedoch am Fissurengrund ein deutlicher Spalt beobachtet werden.

Abb. 9: Übersicht. Aufsicht von okklusal auf ein versiegeltes Fissurensystem (Concise White Sealant) Neg. 77685, 20:1

Abb. 10: Bruch, keine weitere Behandlung, kein Spalt, Eindringen des Kunststoffes (V) zwischen die Schmelzprismen (S) (Concise White) Neg. 77706, 2000:1

Abb. 11: Anlagerung von Concise White an retentives Ätzmuster. Säureangriff auf Prismenperipherie
Neg. 77691, 5000:1

Abb. 12: Anlagerung von Concise White an retentives Ätzmuster. Säureangriff auf Prismenzentren
Neg. 78704, 5000:1

Abb. 13: Anlagerung von Concise White an unregelmäßiges Ätzmuster. Sehr glatte Oberfläche des Versieglers
Neg. 77688, 5000:1

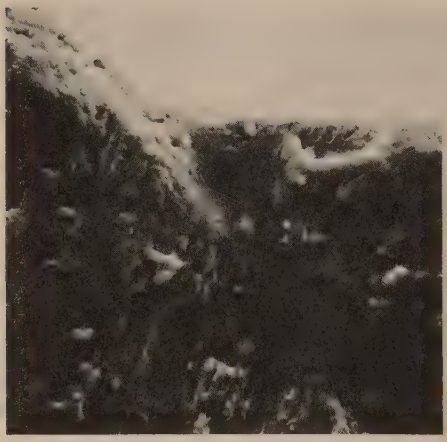

Abb. 14: Concise White Bruch ohne weitere Behandlung, kein Spalt, sehr glatte Oberfläche, keine Lufteinschlüsse
Neg. 78506, 500:1

Abb. 15: Concise White Bruch, NaOCl, Ultraschall, kein Spalt, sehr glatt, keine Lufteinschlüsse
Neg. 78402, 500:1

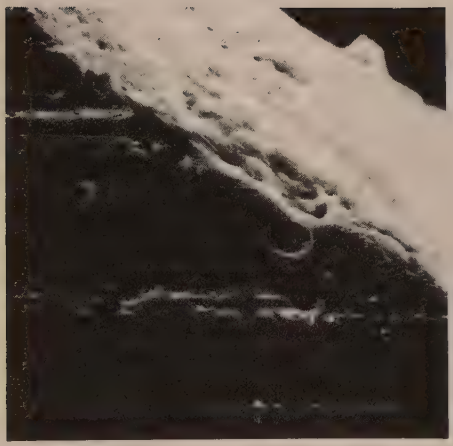

Abb. 16: Concise White Schliff ohne weitere Behandlung, kein Spalt, kleiner Lufteinschluß
Neg. 78683, 500:1

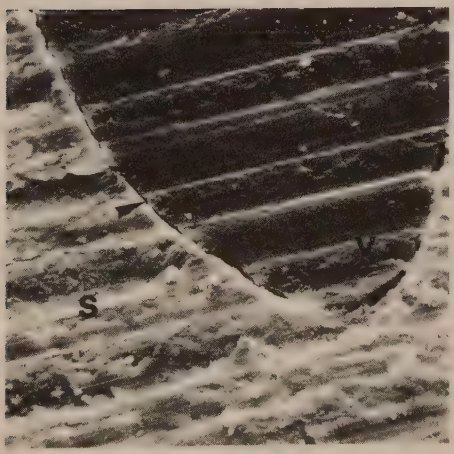

Abb. 17: Concise White Schliff ohne weitere Bearbeitung, Fissurengrund: deutlicher Spalt ◄
Neg. 78394, 500:1

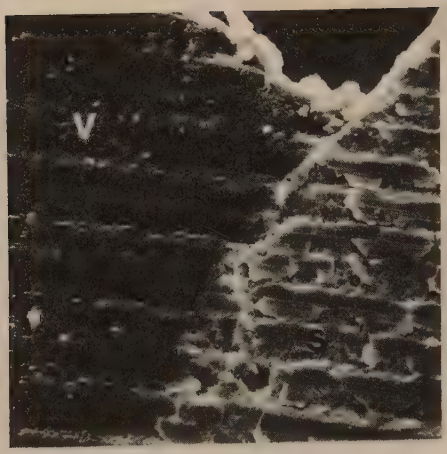

Abb. 18: Concise White Schliff, NaOCl, Ultraschall
kein Spalt
Neg. 78138, 500:1

4.3.3.3. Diskussion der Vorversuche

Bei den Brüchen ist die Aussage "kein Randspalt" mit Vorsicht zu interpretieren, denn ein Randspalt bedeutet naturgemäß eine schlechte Haftung. Beim Brechen des versiegelten Zahnes wird dementsprechend der Versiegler leicht abplatzen, und nur noch gut am Schmelz haftende Versieglerstücke bieten sich dem Auge dar. Die ermittelten optimalen Ergebnisse sind deshalb nur bedingt aussagekräftig.

Bei den geschliffenen Zähnen war zunächst zu erwarten, daß durch den Schleifvorgang ein möglicher Spalt verschmiert werden könnte. Es zeigte sich, daß am Fissureneingang kein Spalt beobachtet werden konnte, am Fissurenboden ein solcher in Erscheinung trat.

Dies läßt eine Bestätigung der Ergebnisse von GWINNETT (1973), GWINNETT u. BUONOCORE (1972), GWINNETT u. RIPA (1973) und RUPRECHT (1975) zu, die keine Konditionierung des Schmelzes unterhalb des Fissureneingangstrichters fanden. Dementsprechend ist die Benetzung mit Sealer bei Spaltbildung zu erwarten.

Die Bearbeitung der geschliffenen Präparate mit NaOCl und Ultraschall brachte keine besseren Ergebnisse, so daß auf eine weitere Bearbeitung mit noch aufwendigeren Verfahren (VOSS u. CHARBENEAU 1978) verzichtet wurde.

4.3.4. Präparate für die präventiven Versiegelungen

25 kariesfreie Molaren wurden wie unter 4.3.1. beschrieben einer gründlichen Reinigung unterzogen und dann 60 sec lang mit dem zum jeweiligen Versieglersystem gehörenden Konditionierer geätzt, in allen Fällen 37 %ige Phosphorsäure. Das Ätzmittel wurde anschließend gründlich 30 sec mit Wasser abgesprüht und mit dem Luftbläser getrocknet. Der Schmelz wies jetzt die für eine erfolgreiche Ätzung typi-

sche opak-weißliche Oberfläche auf.

Die Versiegelung wurde mit den in der Materialliste aufgeführten Produkten gemäß den Angaben des Herstellers durchgeführt. Nach vollständiger Polymerisierung wurden die Zähne mit einer rotierenden Diamantscheibe unter stetiger Wasserkühlung in bucco-lingualer Richtung geschnitten, mit Aqua dest. gespült und getrocknet. Diese Präparate wurden ebenfalls auf Aluminiumtellern befestigt, bedampft und im REM untersucht.

4.3.5. Präparate für die erweiterten Fissurenversiegelungen

Das Kriterium für eine initiale kariöse Läsion war das "Kleben" der Sonde in der Fissur (RIETHE 1980). Bei diesen Zähnen wurde die kariöse Stelle punktförmig mit einer Diamantspitze in der Turbine unter Wasserkühlung aufgezogen und das kariös erweichte Dentin mit kleinen Rosenbohrern unterminierend entfernt. Wegen der Bedeutung eines säurefesten Wundverbandes (GÖTZE 1980, LAMPERT u. HEIDEMANN 1980, NOLDEN 1978, REINHARDT u. VAHL 1980) wurde Reocap gelegt und die Kavität und das übrige Fissurensystem nach den Prinzipien der adhäsiven Resoration weiterversorgt (LUTZ u. SCHNEIDER 1978).

Die Ränder der Kavität wurden mit einem Finier-Diamanten von evtl. anhaftendem Reocap gereinigt und lose Schmelzprismen entfernt. Nach Absprühen mit Wasser und Trocknen im Luftstrom wurde mit dem jeweiligen Konditionierer 60 sec angeätzt. Anschließend gründliches Absprühen mit Wasser, Trocknen und Applikation des Sealer-Systems nach Herstellerangaben.

Nach ULVESTAD (1978) ist ein verdünntes Composite eine akzeptable Alternative zu anderen Fissurenversieglern. ULVESTAD untersuchte eine Mischung aus Concise und Concise Enamel Bond (3M Comp.). In Anlehnung an diese Studie wurde

eine Mischung aus Durafill und Durafill bond (Kulzer Co.) zum adhäsiven Füllen nach dem Prinzip der erweiterten Fissurenversiegelung verwendet und im REM untersucht.

5. ERGEBNISSE

5.1. Concise White Sealant

Das Material füllt die Fissuren gut aus. Im Fissureneingangsbereich ist kein Spalt zu beobachten, die Benetzung des angeätzten Schmelzes ist sehr gut. Lufteinschlüsse waren vereinzelt zu finden und dies nicht an der Oberfläche, sondern mehr in der Tiefe der Fissuren. Die Oberfläche war glatt, bisweilen sogar als sehr glatt zu beurteilen.

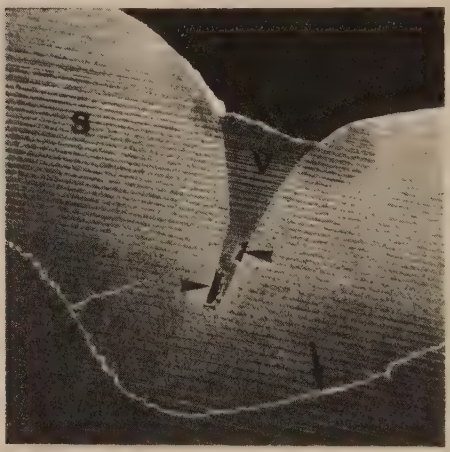

Abb. 19: Übersicht. Gutes Ausfließen des Versieglers in das Fissurensystem. Am Grund der Fissur einige Lufteinschlüsse ◄ Schmelzdentingrenze ◄— Neg. 78383, 40:1

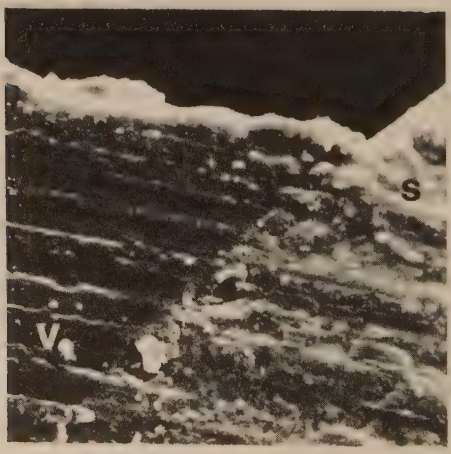

Abb. 20: Vergrößerung. Kein Spalt, rel. glatte Oberfläche. Schmelz (S) Versiegler (V) Neg. 78386, 500:1

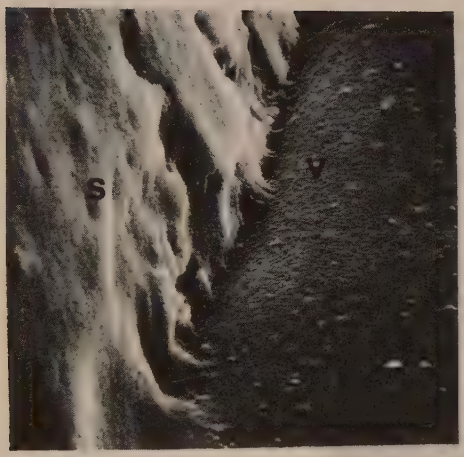

Abb. 21: Vergrößerung,
Concise White Sealant
Homogener Übergang vom
Composite zum Schmelz,
sehr glatte Oberfläche
Neg. 78711, 1000:1

Abb. 22: Vergrößerung,
Concise White Sealant
Homogener Übergang, kein
Spalt, sehr glatte Ober-
fläche, sehr gute Be-
netzungsfähigkeit
Neg. 78718, 500:1

5.2. Estic bond

Bei diesem Material wurde kein Spalt zwischen Kunststoff und Schmelz gefunden, auch die Benetzungsfähigkeit war gut. Es kamen einige kleine Lufteinschlüsse im Material vor, die Oberfläche war relativ glatt, lediglich einige rundliche Füllkörper ließen die Oberfläche leicht höckerig erscheinen.

Abb. 23: Vergrößerung, Estic bond
kein Spalt, relativ glatte Oberfläche
Neg. 78772, 500:1

Abb. 24: Vergrößerung, Estic bond, Aufsicht
gute Benetzung, kein Spalt, relativ rauhe Oberfläche durch Füllkörper
Neg. 78769, 2000:1

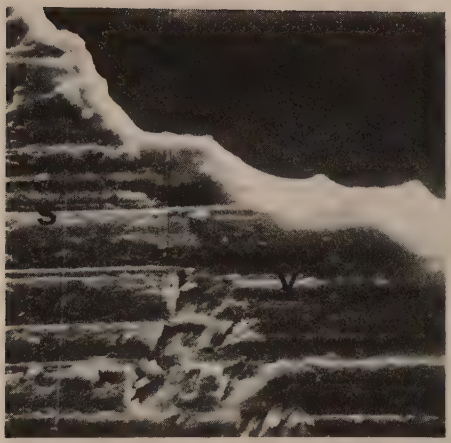

Abb. 25: Vergrößerung, Estic bond
Erweiterte Versiegelung, kein Spalt, gute Benetzung
Neg. 78806, 500:1

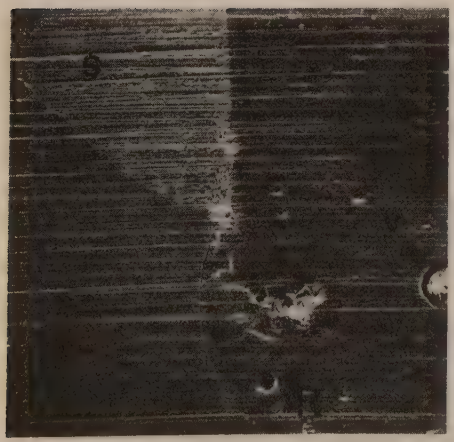

Abb. 26: Übersicht Estic bond, Erw. Vers. Kavitätenboden, Schmelz (S), Dentin (D), Reocap (R), Estic bond (V), mehrere kleine Lufteinschlüsse
Neg. 78808, 50:1

5.3. Estiglaze microfil

Dieses Produkt hat eine gute Benetzungsfähigkeit und infolgedessen war ebenfalls kein Randspalt zu beobachten. Lufteinschlüsse traten selten auf, die Oberfläche war glatt.

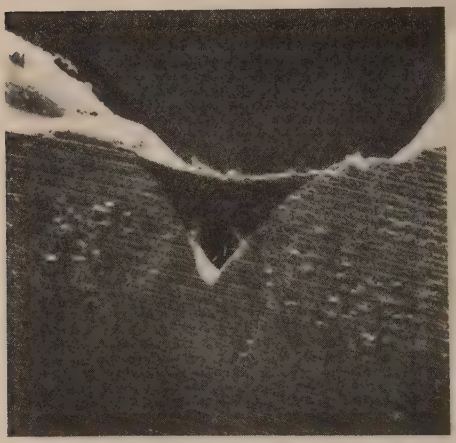

Abb. 27: Übersicht.
Estiglaze microfil
grober Lufteinschluß
am Fissurengrund
Neg. 79436, 50:1

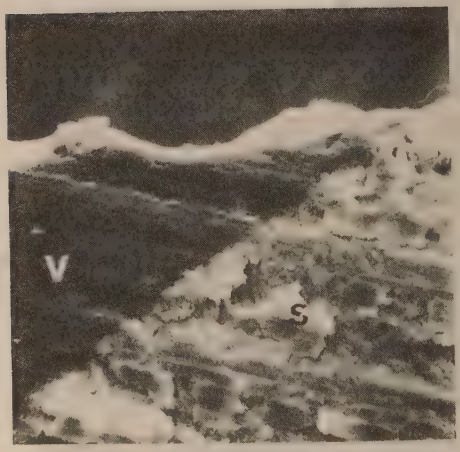

Abb. 28: Ausschnitt.
kein Spalt, sehr gute
Benetzung, glatte
Oberfläche
Schmelz (S)
Versiegler (V)
Neg. 79438, 500:1

Abb. 29: Vergrößerung, Estiglaze microfil, Erw. Vers.
Kein Spalt. Der Riß im Schmelz (S) ist ein Artefakt. Dies deutet auf eine gute Haftfestigkeit des Versieglers (V) hin
Neg. 78834, 750:1

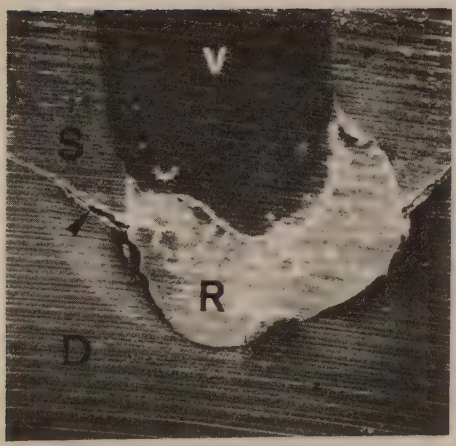

Abb. 30: Übersicht Kavitätengrund.
Gutes Ausfließen der Kavität, dichtes Anlagern an das Reocap (R), kleine Luftblasen im Versiegler (V)
Artefakt an Schmelz-Dentin-Grenze ◄
Neg. 78837, 50:1

5.4. Durafill bond

Die Benetzung des Schmelzes ist weniger gut, ein Randspalt konnte, wenn auch nicht regelmäßig, beobachtet werden. Die Oberfläche war stellenweise blasig und porös, an anderen Stellen wiederum glatt. Lufteinschlüsse waren relativ häufig.

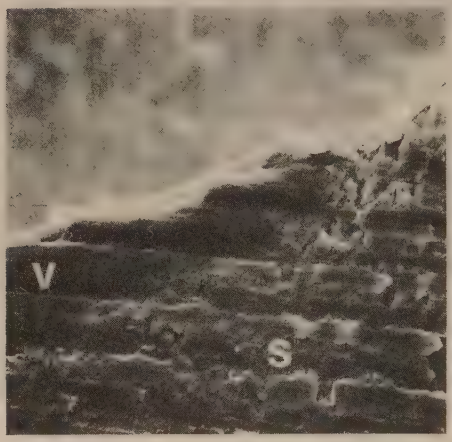

Abb. 31: Durafill bond
Kein Spalt, sehr glatte Oberfläche
Neg. 79034, 500:1

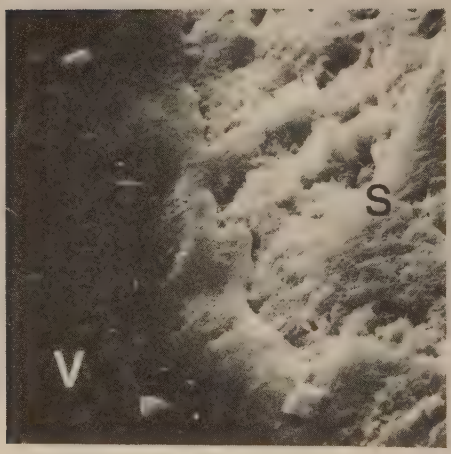

Abb. 32: Durafill bond
Aufsicht.
Weniger gute Benetzung des Schmelzes, sehr glatte Versiegleroberfläche
Neg. 79432, 2000:1

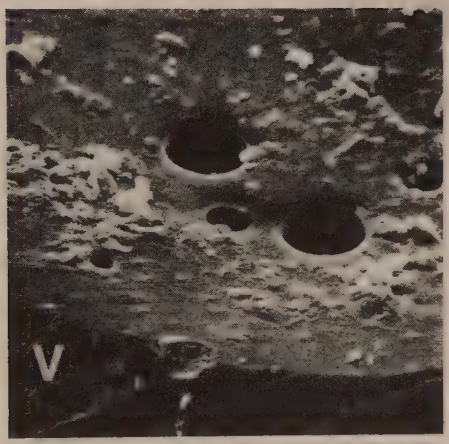

Abb. 33: Durafill bond.
An der Oberfläche grössere Luftblasen. Ansonsten sehr glatte Oberfläche
Neg. 79430, 200:1

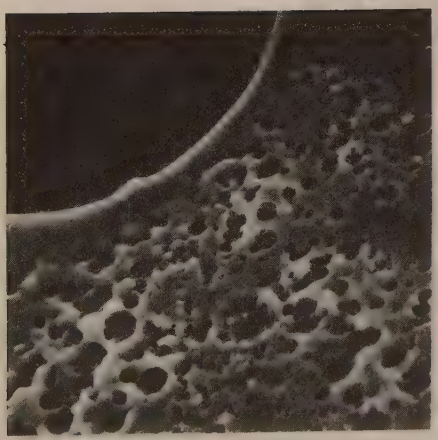

Abb. 34: Durafill bond
Aufsicht.
Neben der großen Luftblase links oben sind ausgedehnte Porositäten zu sehen
Neg. 79037, 500:1

Abb. 35: Durafill bond
Erweiterte Versiegelung
kein Spalt, gute Benetzung
Neg. 79315, 500:1

Abb. 36: Durafill bond
Erweiterte Versiegelung
feiner Riß zwischen
Versiegler (V) und
Schmelz (S)
Neg. 79316, 500:1

5.5. Durafill + Durafill bond

Das Material benetzt die Kavitätenwände gut. Ein Spalt trat in unseren Präparaten nicht auf. Das Ausfließen der Kavität war jedoch nicht sehr gut, was sich in großen Lufteinschlüssen bemerkbar machte. Die Oberfläche des Versieglers war rauh.

Abb. 37: Durafill + Durafill bond, Übersicht: Erweiterte Versiegelung Großer Lufteinschluß in der Kavität zwischen Reocap (→) und dem Versieglersystem (V) Neg. 79325, 20:1

Abb. 38: Durafill + Durafill bond, Ausschnitt: Kein Spalt, jedoch sehr grobe Oberfläche Neg. 79326, 500:1

5.6. Contact-Resin

Dieses Präparat benetzt die Schmelzoberfläche gut bis sehr gut. Es konnte keine Spaltbildung zwischen Versiegler und Schmelz nachgewiesen werden. Die Oberfläche des Kunststoffes ist glatt. Lufteinschlüsse traten selten in Erscheinung.

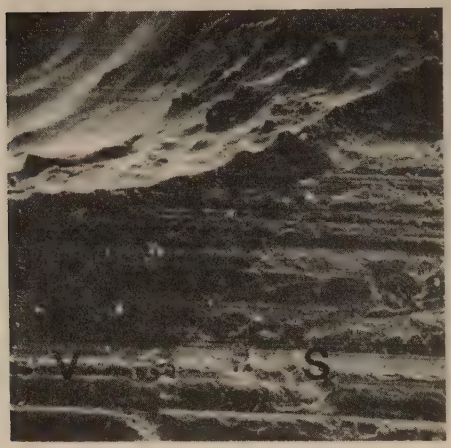

Abb. 39: Contact-Resin
Kein Spalt, sehr gute Benetzung, kaum Lufteinschlüsse, glatte Oberfläche
Neg. 78685, 500:1

Abb. 40: Contact-Resin
Ausschnitt:
Gute Benetzung des Schmelzes
Neg. 78710, 5000:1

6. DISKUSSION

Die von uns im REM untersuchten Materialien wurden auf die folgenden Kriterien hin überprüft:

- Randspalt
- Oberflächenglätte
- Benetzung
- Lufteinschlüsse

Tab. 3: Ergebnisse der im REM untersuchten Materialien

	Randspalt	Benetzung	Lufteinschlüsse	Oberfläche
Concise White Sealant	nein	gut	sehr wenig	glatt
Estic bond	nein	gut	wenig	rel. rauh
Estiglaze microfil	nein	gut	wenig	glatt
Durafill bond	ja	weniger gut	viele	glatt bis porös
Durafill + Durafill bond	nein	gut	viele	sehr rauh
Contact-Resin	nein	gut	wenig	glatt

Wie GOING et al. (1978), HANDELMAN et al. (1972, 1973 und 1976), JERONIMUS et al. (1975) und MERTZ-FAIRHURST et al. (1979) nachwiesen, bleibt nach der Applikation von Versieglern auch eine initiale kariöse Läsion stationär. Dies wird auf die Isolation der Bakterien vom oralen Milieu zurückgeführt und hebt die Wichtigkeit eines absolut dichten Rand-

schlusses hervor (RIETHE 1980). Demgegenüber sehen wir die anderen drei von uns herangezogenen Kriterien als ergänzend für eine Beurteilung an.

Die vorliegende Untersuchung konnte zeigen, daß es im REM keine prinzipiellen Unterschiede gibt zwischen den von LUTZ u. SCHNEIDER (1978) angegebenen verschiedenen Versieglertypen. Das gleiche gilt für die Feststellung, ob ein Versiegler ein Autopolymerisat oder UV-härtend ist. NOLDEN (1980) stellte dagegen fest, daß Photopolymerisate offenbar Unsicherheitsfaktoren mit sich bringen.

Wie wir mit dem REM zeigen konnten, sind bis auf eine Ausnahme alle Versiegler akzeptabel. Die Ausnahme ist das Durafill bond, bei dem neben einem ungenügenden Randschluß auch erhebliche Lufteinschlüsse und Oberflächenporositäten beobachtet werden konnten.

Nach der von ULVESTAD (1978) angegebenen Methode der Verdünnung eines Composites wurde von uns Durafill mit Durafill bond verdünnt und bei der erweiterten Fissurenversiegelung getestet. Auch hier wurden große Lufteinschlüsse und eine sehr rauhe Oberfläche gefunden. Der Randschluß bei den untersuchten Präparaten war allerdings gut, was auch auf die Bearbeitung des Schmelzes mit Diamanten und die dadurch möglicherweise bessere Benetzung und Adhäsion zurückgeführt werden kann (AKER et al. 1979).

Ein wesentliches Kriterium der Beurteilung eines Versieglers ist seine Abrasionsfestigkeit. CHARBENEAU und DENNISON (1979) beschrieben, daß sich eine Abrasion des Kunststoffes in der allmählichen Freilegung von Fissuren bemerkbar machen kann. Wie GWINNETT (1973), GWINNETT et al. (1972 u. 1973), POWELL und CRAIG (1978) beschrieben, werden die Fissuren unterhalb des Fissureneinganges nicht angeätzt und dementsprechend schlecht benetzt und ausgefüllt. Bei der partiellen Freilegung der Fissurenausläufer durch Abrasion kann es zur "Untertunnelung" des Versieglers durch Bakterien kommen. Aus diesem Grunde müßte die Abrasionsfestigkeit ebenfalls in eine Laboruntersuchung einbezogen werden, um

Voraussagen über das klinische Verhalten eines Versieglers treffen zu können.

Wie NOLDEN (1980), ROULET, METTLER u. FRIEDRICH (1980) und ROULET u. WÄLTI (1980) angaben, ist die Abrasionsfestigkeit bei den von ihnen untersuchten Materialien noch ungenügend. Allerdings fanden ABENDROTH u. BÖSSMANN (1979), MEIER u. LUTZ (1978 u. 1980), REINHARDT u. VAHL (1977) und SOLTESZ et al. (1980) eine bedeutende Verbesserung durch die Verwendung mikrogefüllter Composites.

Als Nachteil der meisten Sealer ist eine farblos durchsichtige Beschaffenheit zu erwähnen, die die Kontrolle der applizierten Versiegelung sehr erschwert. Ein weiß eingefärbter Versiegler (Concise White Sealant z.B. ist mit Titanoxid eingefärbt) hat einen nicht zu unterschätzenden Vorteil.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden im REM verschiedene Versiegelungsmaterialien auf die Kriterien: Randspalt, Benetzung des Schmelzes, Lufteinschlüsse und Glätte der Oberfläche überprüft.

Die Materialien gehörten verschiedenen von LUTZ u. SCHNEIDER (1978) angegebenen Gruppen an:

1. Polymethacrylate (Estic bond, Estiglaze microfil Durafill und Durafill bond)
2. Polymere vom Bis-GMA-Typ (Concise White Sealant)
3. Polyurethan-Typ (Contact-Resin).

Lediglich ein Präparat, Durafill bond und Durafill, war deutlich schlechter als die anderen Materialien.

Zwischen den Gruppen konnte bezüglich der oben erwähnten Kriterien kein Unterschied gefunden werden. Ebenso konnte kein Unterschied zwischen Autopolymerisaten und Photopolymerisaten festgestellt werden.

Für ein abschließendes vergleichendes Urteil über diese Materialien sind nur klinische Langzeitversuche aussagekräftig. Als vorläufige Mitteilung über das zu erwartende Verhalten können die gefundenen Ergebnisse wertvoll sein.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ABENDROTH, R. u. K. BÖSSMANN:
In-vitro-Untersuchungen über Abriebfestigkeit und Schichtdicke von Versiegelungskunststoffen
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 833 (1979)

AKER, D.A., J.R. AKER, and S.E. SORENSEN:
Effect of methods of tooth enamel preparation on the retention strength of acid etched composite resins
J. Amer. dent. Ass. 99, 185 (1979)

BAGRAMIAN, R.A., SRIVASTA, S., and GRAVES, R.C.:
Pattern of sealant retention in children receiving a combination of caries-preventive methods: three-year results
J. Amer. dent. Ass. 98, 46 (1979)

BLACK, G.V.:
Konservierende Zahnheilkunde
H. Meusser, Berlin (1914)

BODECKER, C.F.:
The eradication of enamel fissures
Dent. Items Int. 51, 859 (1929)

BROOKS, J.D., et al.:
A comparative study of two pit and fissure sealants: three-year results in Augusta, Ga.
J. Amer. dent. Ass. 99, 42 (1979)

BUONOCORE, M.G.:
A simple method of increasing the adhesion of acrylic-filling materials to enamel surfaces
J. dent. Res. 34, 849-853 (1955)

BUONOCORE, M.G.:
Adhesives in the prevention of caries
J. Amer. dent. Ass. 87, 1000-1005 (1973)

CASTAGNOLA, L., WIRZ, J. und GARBEROGLIO, R.:
Die Schmelzätzung für die konservierende Zahnheilkunde
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 85, 975-1011 (1975)

CHARBENEAU, G.T., and DENNISON, J.B.:
Clinical succes and potential failure after single application of a pit and fissure sealant: a four-year report
J. Amer. dent. Ass. 98, 559 (1979)

CHRISTEN, H.R.:
Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie
S. 63-114
Verlag Sauerländer, Aarau
Salle Verlag, Frankfurt am Main (1969)

CUETO, E.I., and BUONOCORE, M.G.:
Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention
J. Amer. dent. Ass. 75, 121-128 (1967)

DIETZ, G. und GEROLD, J.:
Zur plastischen Füllung der Sechsjahrmolaren von 550 sieben- bis zehnjährigen Kindern aus der Münchner Region
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 1065 (1980)

DRUM, W.:
Die Schliff-Punkt-Füllung
Dtsch. zahnärztl. Z. 9, 859 (1954)

ERMIN, R.:
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Fissurenkaries bei menschlichen Zähnen
Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 614-627 (1975)

GORE, I.T.:
Etiology of dental caries. Enamel immunization experiments
J. Amer. dent. Ass. 26, 958-959 (1939)

GÖTZE, W.:
Zur Reizwirkung plastischer Füllungsmaterialien auf die Pulpa
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 486-488 (1980)

GOING, R.E., LOESCHE, W.J., GRAINGER, D.A., and SYED, S.A.:
The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant
J. Amer. dent. Ass. 97, 455-462 (1978)

GWINNETT, A.J.:
The bonding of sealants to enamel
Sonderdruck aus JOSPD 21-29
Jan./Feb. 1973

GWINNETT, A.J., and BUONOCORE, M.G.:
A scanning electron microscope study of pit and fissure surfaces conditioned for adhesive sealing
Arch. oral Biol. 17, 415-423 (1972)

GWINNETT, A.J., and RIPA, L.W.:
Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel in vivo
Arch. oral Biol. 18, 435-439 (1973)

HANDELMAN, S.L., BUONOCORE, M.G., and HESECK, D.J.:
A preliminary report on the effect of fissure sealant on bacteria in dental caries
J. Prosthet. Dent. 27, 390-392 (1972)

HANDELMAN, S.L., BUONOCORE, M.G., and SCHOUTE, F.C.:
Progress report on the effect of a fissure sealant on bacteria in dental caries
J. Amer. dent. Ass. 87, 1189-1191 (1973)

HANDELMAN, S.L., WASHBURN, F., and WOPPERER, P.:
Two year report of sealant effect on bacteria in dental caries
J. Amer. dent. Ass. 93, 967-970 (1976)

HOROWITZ, J.S., HEIFETZ, S.B., and POULSEN, S.:
Retention and effectiveness of an adhesive sealant after five years
J. Amer. dent. Ass. 95, 1133 (1977)

HOWE, R.R.:
A method of sterilization and at the same time impregnating dentinal tissues
Dent. Cosmos 59, 89 (1917)

HYATT, T.P.:
Prophylactic odontomy. The cutting into the tooth for the prevention of disease
Dent. Cosmos 65, 234-241 (1923)

IBSEN, R.L., and NEVILLE, K.:
Adhesive restorative dentistry
Philadelphia-London-Toronto:
W.B. Saunders Comp., 1974

JERONIMUS, D.J., TILL, M.J., and SVEEN, O.B.:
Reduced viability of microorganisms under dental sealants
J. Dent. Child. 42, 275-280 (1975)

JØRGENSEN, K.D., and SHIMOKOBE, H.:
Adaption of resinous restorative materials to acid etched surfaces
Scand. J. Dent. Res. 83, 31-36 (1975)

KÖNIG, K.G.:
Kariesprophylaxe, in
HAUNFELDER, D., HUPFAUF, L., KETTERL, W., und SCHMUTH, G.: Praxis der Zahnheilkunde
München-Berlin-Wien:
Urban und Schwarzenberg Bd. I, 27-28 (1968)

KÖNIG, K.G.:
Karies und Kariesprophylaxe
Goldmann Verlag, München (1971)

KOPEL, H.M., and GRENOBLE, D.E.:
Pit and fissure sealants: a critical review
J. Michigan Dent. Ass. 55, 32 (1973)

LAMPERT, F. und HEIDEMANN, D.:
Compositefüllungsmaterialien in der Zellkultur
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 483 (1980)

LUNDESGAARD, Ø.:
Principes de traitement dans les services dentaires scolaires, I et II
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 66, 30 (1956) und 67, 167-176 (1957)

LUTZ, F. und SCHNEIDER, Ph.:
Prophylaktische und therapeutische Versiegelungen.
In PETERS, S.: Prophylaxe
Buch- u. Zschr. Verlag 'Die Quintessenz', Berlin
(1978)

LUTZ, F., LÜSCHER, B., OCHSENBEIN, H. und MÜHLEMANN, H.R.:
Adhäsive Zahnheilkunde
Juris Druck und Verlag, Zürich (1976)

MEDNICK, G.A., LOESCHE, W.J., and CORPRON, R.E.:
A bacterial evaluation of an occlusal sealant as
a barrier system in humans
J. Dent. Child. 41, 356-360 (1974)

MEIER, Ch. und LUTZ, F.:
Vergleichende Verschleißfestigkeitsmessungen
in vivo zwischen Amalgam und Komposit, Zweijahres-
resultate
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 489-492 (1980)

MEIER, Ch., und LUTZ, F.:
Verschleißmessungen in vivo an okklusalen Komposit-
und Amalgamfüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 617 (1978)

MERTZ-FAIRHURST, E.J., SCHUSTER, G.S., WILLIAMS, J.E., and
FAIRHURST, C.W.:
Clinical progress of sealed and unsealed caries.
Part. I: Depth changes and bacterial counts
J. Prosth. Dent. 42, 521-526 (1979)

NETUSCHIL, L.:
Mikroflora und Fissurenversiegelung
Kariesprophylaxe, im Druck (1981)

NEWBRUN, E.:
Cariology
The Williams & Wilkins Comp., Baltimore (1978)

NOLDEN, R.:
Die Adhäsiv-Technik und ihre Bedeutung für die restaurative Zahnheilkunde
Zahnärztl. Mittl. 21, 1199-1203 (1978)

NOLDEN, R.:
Vergleichende Untersuchungen mechanischer Eigenschaften der derzeitigen selbsthärtenden und lichthärtenden Füllungskunststoffe
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 506-510 (1980)

OHNSORGE, J. und HOLM, R.:
Rasterelektronenmikroskopie
Thieme Verlag, Stuttgart (1973)

POWELL, K.R., and CRAIG, G.G.:
An in-vitro investigation of the penetrating efficacy of Bis-GMA resin pit and fissure coatings
J. Dent. Res. 57, 691-695 (1978)

REINHARDT, K.-J. und VAHL, J.:
Restmonomergehalt und Wasseraufnahme UV-polymerisierbarer Adhäsive und Füllungskunststoffe
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 564 (1980)

REINHARDT, K.-J.und VAHL, J.:
Untersuchungen füllstoffhaltiger und -freier Adhäsive im Vergleich zu einem Composite
Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 867 (1977)

REINHARDT, K.-J. und VAHL, J.:
Ein rasterelektronenmikroskopischer Nachweis der Eindringtiefen von Schmelzadhäsiven in geätzten Zahnschmelz
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 403 (1979)

RIETHE, P.:
Pro und contra Fissurenversiegelung
Kariesprophylaxe 3, 75-85 (1980)

ROSS, W.S.:
The treatment of molar pits and fissures
Brit. Dent. J. 94, 1376 (1963)

ROTGANS, H.L.M.:
Der Einfluß des Ausschleifens von Fissuren auf den Kariesbefall
Med. Diss. Tübingen (1977)

ROULET, J.F. und WÄLTI, Chr.:
Studie über die Mundbeständigkeit von Komposits im Seitenzahnbereich
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 516 (1980)

ROULET, J.F., METTLER, P. und FRIEDRICH, U.:
Studie über die Abrasion von Komposits im Seitenzahnbereich - Resultate nach 3 Jahren
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 493-497 (1980)

RUPRECHT, W.:
Über die Adhäsion von Versiegelungsmaterialien vom Bis-GMA-Typ am menschlichen Zahnschmelz
Med. Diss. Tübingen (1975)

SHARP, E.C., and GRENOBLE, D.E.:
Dental resin penetration into acid etched subsurface enamel
J. S. Calif. Dent. Ass. 39, 741-746 (1971)

SILVERSTONE, L.M.:
Symposium über die Schmelztechnik
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 85, 279-283 (1975)

SIMONSON, R.J.:
Die Säureätztechnik in der täglichen Praxis
Die Quintessenz, Berlin (1978)

SOLTESZ, U., KLAIBER, B. und SCHLUDE, V.:
Bürstenabrasion mit 27 handelsüblichen Composites und ihre Oberflächenveränderung im Rasterelektronenmikroskop
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 502-505 (1980)

SVEEN, O.B., and HINDING, J.H.:
Sealants - a milestone in preventive dentistry?
Sonderdruck aus Northwest Dentistry 50, 401-406 (1971)

TAKEUCHI, M. und KIZU, T.:
Sealing of pit and fissures with resin adhesive. I. Results of sealing on extracted teeth.
Bull. Tokyo dent. Coll. 7, 50-59 (1966)

THEILADE, E., FEJERSKOV, O., MIGASENA, K., and PRACHYABRUED, W.:
Effect of fissure sealing on the microflora in occlusal fissures of human teeth
Arch. oral Biol. 22, 251-259 (1977)

TOVERUD, G.:
Profylactic behandling av tenneres fissurflater.
Norske Tannlaegeforren. Tid. 41, 284-311 (1931)

ULVESTAD, H.:
A 48-month evaluation of fissure sealing with a diluted composite material
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 196 (1978)

VAHL, J. und WOSIEWITZ, U.:
Feinreliefstudien konditionierter Schmelzflächen und ihrer Adhäsiv-Matrizen für die Zahnschmelzversiegelung
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 35-46 (1976)

VOSS, J.E., and CHARBENEAU, G.T.:
A scanning electron microscope comparison of three methods of bonding resin to enamel rod ends and longitudinally cut enamel
J. Amer. dent. Ass. 98, 384 (1978)

YOUNGER, H.B.:
Clinical results of caries prophylaxis by impregnation
Texas Dent. J. 67, 96 (1949)

Herrn Prof. Dr. Dr. P. Riethe, der mich in seine Abteilung aufgenommen hat, möchte ich für die Überlassung des Themas, die großzügige Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit und die rasche Korrektur des Manuskripts recht herzlich danken.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn Hüttemann, der mir am Rasterelektronenmikroskop des Geologischen Institutes mit Rat und Tat zur Seite stand.

Lebenslauf

Am 28.9.1953 wurde ich, Ulrich Fellner, als zweites Kind des Hubert Fellner und seiner Ehefrau Julitta Fellner, geb. Meinhardt, in Stuttgart geboren. Ostern 1960 erfolgte meine Einschulung in die Wartbergschule in Heilbronn, unserem damaligen Wohnort. 1962 zogen meine Eltern mit mir nach Flein im Landkreis Heilbronn um, wo ich die Volksschule bis 1964 besuchte. Am 1.4.1964 trat ich in das Robert-Mayer-Gymnasium in Heilbronn ein, wo ich auch am 15.6.1972 das mathematisch-naturwissenschaftliche Abitur ablegte.

Vom Wintersemester 1972/73 bis zum Wintersemester 1973/74 studierte ich Chemie an der Technischen Universität Stuttgart. Am 13.3.1974 wurde ich an der Universität Tübingen im Fach Zahnmedizin immatrikuliert. Dort legte ich am 13.3.1975 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung für Zahnärzte, am 12.10.1976 die Zahnärztliche Vorprüfung und am 19.6.1979 die Zahnärztliche Prüfung ab.

Meine Bestallung als Zahnarzt erfolgte am 28.6.1979 durch das Regierungspräsidium Stuttgart.

Seit dem 1.10.1979 bin ich als wissenschaftlicher Angestellter in der Abteilung für Zahnerhaltung (Prof. Dr. Dr. P. Riethe) des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen tätig.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145